

극저주파전자계에 대한 WHO의 건강영향평가 고찰

황중선\*, 이달형\*\*, 김영조\*\*, 이상진\*\*, 김재준\*\*  
 전남도립대학\*, 한국전력공사\*\*

Exposure to extremely low frequency fields and public health

Hwang jongsun\*, Lee dalhyung\*\*, Kim youngjo\*\*, Lee sangjin\*\*, Kim jaejoon\*\*,  
 Jeonnam Provincial College\*, Korea Electric Power Corporation\*\*

**Abstract** - 1970년대부터 극저주파전자계가 인체건강에 유해한지에 대한 궁금증이 증가하고 있는 실정이다. 또한 그 시기로부터 중요한 이슈에 대한 해결방안과 향후 연구방향에 대한 지표설정을 위해 많은 연구가 행해져 왔다. 본 고에서는 세계보건기구(WHO)가 2007년 극저주파전자계와 인체건강의 관계 검토를 마무리한 공식보고서(Fact sheet No.322) 결과를 고찰해보고자 한다.

1. 서 론

1979년 Nancy Wertheimer와 Ed Leeper가 수행한 연구결과에서 자기장이 소아백혈병에 의한 사망률을 높일 수 있다는 가능성을 발표한 이후, 일부 검증되지 않은 연구결과를 여과 없이 인용 보도함으로써 대다수 국민들이 오해하고 있는 측면도 있으며, 막연한 불안감을 갖게 된 상황이다. 이로 인하여 전기의 소중함은 누구나 인정하면서, 전력시설 인근 일부 주민은 자기장에 대해 염려하며 건설반대, 전력설비 이전 등 극저주파전자계의 피해를 우려하고 있는 실정이다. 본 고에서는 극저주파전자계의 인체영향에 관한 WHO의 공식보고서(Fact sheet No.322)의 주요내용에 대해 고찰해보고, 세계 각국의 권고기준 비교표를 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 WHO 국제공동연구 배경

세계보건기구(WHO)는 1996년에 극저주파전자계에 의해 잠재적으로 인체건강에 미치는 영향에 대해 조사하기 위하여 국제전자계프로젝트(International EMF Project)를 추진하게 되었으며, 세계 56개국, 8개 국제기구, 8개 국제협력연구단체로 구성된 연구그룹(WHO Task Group)에서 극저주파전자계와 인체건강의 관계 검토를 마무리하고 그 결과를 발표하기에 이르렀다. [표 1]은 WHO 연구그룹의 국제공동연구 개요이다.

2.2 WHO 공식보고서(Fact sheet No.322)

WHO는 2007년 6월 EHC(Environmental Health Criteria) Monograph No.238을 발간하면서, 세계 각국이 EHC를 WHO의 연구결과로 간주하여 각국이 잘못된 정책방향을 설정하게 될 것을 우려하여, WHO 공식보고서인 Fact sheet No.322를 동시에 발표하게 되었다.

EHC는 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP), 국제노동기구(ILO), 세계보건기구(WHO)의 결론 또는 일정한 방침이 아니며, 단지 국제전문가그룹의 여러 가지 관점을 포함한 보고서일 뿐이다.

반면에, 이 보고서(Fact sheet No.322)는 WHO 연구그룹(Task Group)의 연구결과에 기초한 것이며, 2002년에 WHO 산하 국제암연구센터(IARC)와 2003년에 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP)에 의해 발

간된 극저주파전자계의 인체 영향에 관한 연구내용을 갱신한 것이다.

Fact sheet No.322의 주요 목차를 살펴보면, (1) 극저주파전자계와 일상생활(주거)에서의 노출, (2) 연구그룹(Task Group)의 평가, (3) 단기노출의 효과(Short-term effects), (4) 잠재적 장기노출에 의한 영향(Potential long-term effects), (5) 국제 노출 가이드라인(International exposure guidelines), (6) 세계보건기구의 가이드라인(WHO's guideline)이며, 항목별 주요 내용을 살펴보고자 한다.

[표 1] WHO 국제공동연구 개요

연구참여	·8개 국제기구(ICNIRP, IARC, ILQ, ITU, EC, IEC 등) ·8개 국제협력연구기관(NIEHS, NIOSH 등) ·국제공동연구 참여국가(54개국) * '98년부터 한국 참여
연구분야	·동물실험, 세포실험, 역학연구
연구일정	1996년 ·0-300㎐ 대역 전자계 건강위험성평가연구 착수
	2001년 ·국제암연구센터(IARC) 전자계 발암성 평가
	2005년 ·WHO/ICNIRP 극저주파전자계 건강영향평가 ·'07.6.18 연구결과 발표, 권고안 제시
	2007년 ·WHO/ICNIRP 전자파(RF) 건강영향평가 ·'09년도 연구결과 발표예정

2.2.1 극저주파전자계와 일상생활(주거)에서의 노출

전계와 자계는 전력선과 케이블 그리고 각종 전기기기 등 전류가 흐르는 곳에는 항상 존재하며, 전하로부터 발생되는 전계의 단위는 볼트/미터(V/m)이며, 나무와 금속류 같은 일반적인 물질로도 차폐되어 진다. 전류에 의해 발생하는 자계의 단위는 마이크로테슬라(T)이며, 자계는 물질을 통과하는 성질이 있어 일반적인 물질로는 차폐가 힘들지만 전자계는 전원으로부터 거리가 멀어질수록 약해지는 성질이 있다. 대부분 전력용으로는 50㎐ 또는 60㎐가 사용되며, 일부 전기기기 주변 자계의 세기는 수백 마이크로테슬라(T)에 이르기기도 하며 송전선 아래 자계의 세기는 20 T 정도이며, 전계는 수천 볼트/미터(V/m)에 이르기기도 한다.

2.2.2 연구그룹(Task Group)의 평가

2005년 10월 WHO에서는 0~100㎐ 범위의 극저주파전자계 노출이 인체에 미칠 수 있는 위험 가능성에 대해 연구하기 위하여 국제 전문 연구진들을 모집하였다. 2002년 국제암연구센터(IARC)에서 암과 관련된 연관성에 대해 증거를 조사하였으며, 이 연구그룹(Task Group)에서는 인체 건강에 미치는 여러 가지 영향에 대해 검토하고 암과 관련하여 관련성을 갱신하였다. 표준인체 건강조사에 의해 연구그룹은 극저주파전자계와 일반인들에게 미치는 실질적인 영향은 없는 것으로 결론을

내렸으며, 이 보고서의 나머지 부분에서는 극저주파자계의 영향에 대해 언급하였다.

### 2.2.3 단기노출의 효과

100 T 정도의 강한 노출에 대한 생물학적 영향은 규명되었다. 매우 강한 외부 자계에 의해 우리 인체내에 전계와 전류가 유기되며, 이로 인해 근육과 신경계 자극 그리고, 중앙신경계 내 신경세포에 변화를 일으키게 된다.

### 2.2.4 잠재적 장기노출에 의한 영향

극저주파자계의 장기노출에 대한 위험성 연구는 대부분 소아백혈병에 대해 중점적으로 이루어졌으며, 2002년 국제암연구센터(IARC)는 극저주파 자계를 "possibly 물질"로 분류하는 보고서를 발표하였다. 이 분류는 우리 인체의 발암에 관한 제한적인 근거와 동물 실험으로는 불충분한 발암 증거를 대신 표현하기 위해 사용되어 왔으며(커피, 고사리, 잣, 용접시 연기 등), 0.3~0.4 T이상의 일반 전력주파수 자계에 상시 노출 시 소아백혈병 발병률이 두 배 이상 증가한다는 역학연구 결과에 의한 것이다. WHO 연구그룹(Task Group)은 이 분류는 변함없다는 결론을 내렸다. 하지만, 잠재적인 요소선정 등 방법론적인 문제에 의해 역학적인 증거는 미약해졌다.

더우기, 낮은 수준의 자계노출에 의해 암이 진전된다는 생체작용은 밝혀진 바가 없는 실정이다. 그러므로, 낮은수준의 자계노출이 인체에 어떠한 영향을 미칠수 있다면, 그것은 분명히 생체작용에 관한 규명되어야 한다.

또한, 동물연구에서는 매우 부정적이었다. 그러므로, 결국 소아백혈병과 관계되는 증거는 원인으로서 고려하기에는 충분한 설득력을 갖지 않는다.

만약 극저주파자계가 실제적으로 암 발병률을 증가시킨다면, (범 세계적인 상황을 고려하여), 일반 대중의 건강에 영향을 미치는 극저주파 전자계 노출량은 제한되어야 한다. 극저주파자계 노출에 의한 건강 악영향 발생 가능성에 관한 연구가 많이 이루어져 왔으며, WHO 연구그룹(Task Group)은 극저주파자계와 다른 질병과의 관계는 소아백혈병에 미치는 영향에 비해 매우 미약한 것으로 결론지었다. 심혈관 장애나 유방암 등의 경우는 극저주파자계가 영향을 미치지 않는 것으로 알려졌다.

### 2.2.5 국제 노출 가이드라인

건강영향에 관한 단기간 고노출에 대해서는 두가지 국제 가이드라인이 제정되었다.(ICNIRP, 1998; IEEE, 2002). 이 기관들은 현재, 노출 제한치를 낮추기에는 증거가 불충분 하지만, 극저주파 전자계의 장기간 저노출에 대한 인체영향의 과학적인 근거를 마련하기 위해 고려중이다.

국내 전자계 규제기준은 국제비전리방사선보호위원회(ICNIRP)의 권고기준보다 더 엄격하거나 동일하게 적용하고 있다. 산업자원부 고시 제2006-65호('06.7.4) '전기설비기술기준' 제17조에 따르면 '특별고압 가공전선로는 지표상 1m에서 전계강도가 3.5[W/m] 이하, 자계강도가 83.3[ T] 이하가 되도록 시설하는 외에 정전·전자유도 작용에 의하여 사람에게 위험을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다.'로 제정 운영되고 있다.

### 2.2.6 세계보건기구의 가이드라인

극저주파 전자계 단기간 고노출이 인체에 미치는 악영향에 대해 과학적으로 정립되었다. 정책입안자들은 이러한 영향으로부터 직업인들과 일반인을 보호하기 위해 설정된 국제노출가이드라인을 반드시 채택하여야 한다. EMF 보호 정책(프로그램)에는 노출치가 제한치를 초과할수 있는 전원설비에 대한 노출검토가 반드시 포함되어야 한다. 장기노출 영향에 대하여 극저주파 자계와 소아 백혈병의 관계에 대한 근거는 미약하며, 노출 저감이 건

강에 미치는 효과는 불투명하지만, 현재로서는 아래의 사항을 권장한다.

① 정부 및 산업체는 극저주파전자계의 인체영향에 대한 과학적 불확실성을 감소시키기 위해서는 과학적 사실에 주의를 기울이고 관련 연구프로그램을 장려해야 한다. 극저주파전자계에 대한 위험성 평가를 통해 지식수준의 차이가 분명해졌으며, 이러한 활동들로 인해 새로운 연구방향에 대한 기초가 형성되었다.

② 회원국들에게 정책결정을 위한 모든 이해관계자들과의 효과적이고 공개적인 대화 프로그램을 권장한다. 이러한 활동을 통해 극저주파전자계를 발생시키는 설비에 대한 시민, 지방정부, 산업계의 협조와 이해가 향상 되어질 수 있다.

③ 새로운 설비를 건설하거나 설계할 때(전기기기 포함) 저비용 노출 저감법의 적용을 고려할 수는 있으며, 그에 따른 적절한 저감법은 각 나라마다 다를 수 있을 것이다. 그러나 자의적으로 낮은 노출 제한치를 적용하는 정책은 정당하지 않은 것이다.

## 2.3 세계 각국의 권고기준 비교

세계 229개국 중 극저주파전자계의 가이드라인 또는 권고기준을 갖고 있는 몇몇 국가들의 권고기준을 [표 2]에 비교 제시한다.

[표 2] 각국 극저주파전자계의 노출권고기준 비교표

구분	자기장 (μT) 60Hz		비고
	일반인	직업인	
WHO	4,167		'87 EHC69 게재
	83.3	416.7	Factsheet No.322
ICNIRP	83.3	416.7	WHO국제권고기준
IEEE	904	2,710	
EU(유럽)	83.3 ('99)	416.7 ('04)	ICNIRP준용
영국	83.3	416.7	'04년 ICNIRP준용
미국(연방)	기준 없음		미50개주 연방차원
일본	기준 없음		
캐나다	기준 없음		
독일	83.3		ICNIRP준용
프랑스	83.3		ICNIRP준용
한국	83.3		ICNIRP준용
이탈리아	83.3(권고8.33,목표2.5)		신설시
스위스	83.3 (권고 1)		신설시
네덜란드	83.3 (권고 0.4)		가공송전선 신설시
스웨덴	83.3 (현명한 회피)		ICNIRP준용

## 3. 결 론

본 고에서는 세계보건기구(WHO)의 극저주파전자계의 인체영향에 대한 공식적인 보고서(Fact sheet No.322)의 주요 내용과 각국의 권고기준을 비교하였다. 대다수 국민이 막연히 불안해하는 송전선 자기장에 대해 비경제적인 사회적 비용을 지출하는 불신, 논쟁이 아닌, 소중한 전기와 극저주파전자계에 대한 올바른 이해가 될 수 있는 계기가 되기를 기대해 본다.

### [참 고 문 헌]

- [1] WHO, Electromagnetic fields and public health Exposure to extremely low frequency fields, Fact sheet No.322, 18 June, 2007,WHO.
- [2] ICNIRP, "Guidelines for limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields(U p to 300GHz)", 511, 1998.